



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 40 29 687.3
22 Anmeldetag: 19. 9. 90
43 Offenlegungstag: 2. 4. 92

THE BRITISH LIBRARY
29 APR 1992
SCIENCE REFERENCE AND
INFORMATION SERVICE

DE 40 29 687 A 1

71 Anmelder:

Lambda Physik Gesellschaft zur Herstellung von
Lasern mbH, 3400 Göttingen, DE

74 Vertreter:

Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Frhr. von Pechmann, E.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Behrens, D., Dr.-Ing.;
Brandes, J., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Goetz, R.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Hellfeld von, A.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte; Würtenberger,
G., Rechtsanw., 8000 München

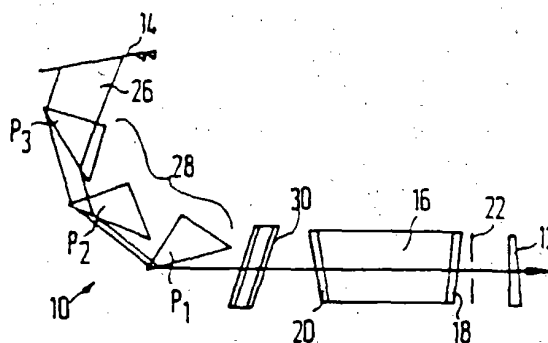
72 Erfinder:

Lokai, Peter, 3402 Bovenden, DE; Basting, Dirk;
Kahlert, Hans-Jürgen, 3400 Göttingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Laserresonator

- 57 Ein Laserresonator mit einem Auskoppelspiegel, einem als
Gitter ausgebildeten Rückspiegel und einem Strahlaufler
(P_1 , P_2 , P_3 , 28) weist im Resonator (10) ein Etalon (30) auf mit
einer Bandbreite, die zumindest zweimal, vorzugsweise
dreimal größer ist als die des Resonators (10) mit Gitter und
Aufweitungseinrichtung, aber ohne Etalon.



DE 40 29 687 A 1

breite kann auch experimentell bestätigt werden.

Beträgt die Länge des Resonators 10 etwa 150 cm, so kann bei einem Excimerlaser mit 2 Umläufen des oszillierenden Strahls gerechnet werden, so daß die tatsächliche Bandbreite bei einem solchen Resonator aber besser sein sollte als 2 pm. Für eine Verschlechterung der Bandbreite ist vor allem die optische Qualität des Prismenaufweiters maßgeblich. Es ist technisch sehr schwierig, Prismensysteme für UV-Strahlung im Hochleistungsbereich herzustellen, welche die Wellenfronten des Laserstrahls nach einem Durchgang nicht verzerren. Solche Verzerrungen verschlechtern die Bandbreite des emittierten Laserstrahls und insbesondere den Untergrund.

Fig. 2 zeigt eine einfache Lösung zur Erzielung einer schmalen Bandbreite des emittierten Laserstrahls bei gleichzeitig deutlicher Reduzierung des Untergrundes. Statt der in Fig. 1 gezeigten Blende 24 ist ein Fabry Perot Etalon 30 im Resonator 10 angeordnet. Die theoretische Bandbreite (FSR/Finesse) ist etwa drei- bis sechsmal größer als die Resonatorbandbreite ohne das Etalon, wobei die Finesse etwa im Bereich von 6 bis 10 liegt. Aufgrund der größeren theoretischen Bandbreite wirkt das Etalon nicht als Frequenzfilter, sondern als Raumfilter, d. h. es filtert nicht aufgrund seiner spezifischen optischen Durchlaßeigenschaften, sondern aufgrund seiner Anordnung im Raum und der dadurch erzielten Ausgrenzung von dispergierten Strahlanteilen.

Die Anordnung gemäß Fig. 2 liefert eine stark eingegrenzte Laserbandbreite bei gleichzeitig stark vermindertem Untergrund, wie Messungen zeigen. Ein Austrittsspalt ist nicht erforderlich und die Ausgangsenergie des Lasers ist um ca. 40% reduziert.

Diese Effekte können wie folgt theoretisch erklärt werden.

In Fig. 3 ist die Winkeldispersion eines einen Luftspalt aufweisenden Fabry Perot Etalons (unabhängig von der Finesse) aufgetragen. Es gilt:

$$(d\beta/d\lambda)_{\text{etalon}} = 1/(\lambda \cdot \lg \beta) \quad (4)$$

wobei β der Einfallswinkel ist. Aus der Bedingung, daß der Rückreflex des Etalons keine Inversion verursachen darf, ergibt sich für den kleinsten Einfallswinkel β_{\min}

$$\beta_{\min} = S/L \quad (5)$$

wobei S die Spaltbreite am Laserausgang und L die Resonatorlänge sind.

Beträgt zum Beispiel S 4 mm und L 1000 mm, so ergibt sich ein kleinster Einfallswinkel von 0,2°.

Aus Fig. 3 ergibt sich, daß im Winkelbereich von 0,2 bis 1° die Etalon-Winkeldispersion vergleichbar oder größer ist als die mit dem Aufweitungsfaktor multiplizierte Gitterdispersion (11 mrad/nm · 27 = 281 mrad/nm). Setzt man für die Divergenz einen typischen Wert an (Formel (3), $\Delta\alpha$ 0,66 mrad), und berücksichtigt man

$$\Delta\lambda = \Delta\alpha/(d\beta/d\lambda)_{\text{etalon}} \quad (6)$$

so ergeben sich Bandbreiten unter 2 pm. Mit einem Fabry Perot Luftspalt-Etalon, das eine FSR von 18 cm⁻¹ und eine Finesse von 6 bis 10 aufweist, wurden Bandbreiten von 1,5 pm erreicht, wobei eine Reduzierung der Ausgangsenergie von 40% auftritt. Eine Austrittsblende ist nicht erforderlich, weil die Strahlbreite am Ausgang nur durch die Prismen/Etalon-Kombination, die als

Spalt wirkt, definiert ist.

Fig. 4 zeigt im Vergleich die Bandbreiten sowie den Untergrund von emittierten Laserstrahlen, wobei die Kurve 1 einem Laserstrahl entspricht, der nur mit einem breitbandigen Etalon erzeugt ist, die Kurve 2 einem Laserstrahl, der nur mit einem Gitter sowie einer Aufweitungseinrichtung erzielt wird und die Kurve 3 einem Laserstrahl entspricht, der mit Gitter und mit einem breitbandigem Etalon vor dem Aufweiter erzielt wird. Die Meßergebnisse zeigen, daß bei reduzierter Bandbreite des Laserstrahls auch der breitbandige Untergrund (ASE) wirksam unterdrückt ist.

Das Etalon 30 kann nicht nur an der vorstehend beschriebenen Stelle, sondern auch innerhalb des Aufweiters, z. B. zwischen den Prismen P₁ und P₂, angeordnet werden. Der Ort zwischen den Prismen P₁ und P₂ ist insofern von Vorteil, als wegen der Strahlaufweitung durch das Prisma P₁ die Leistungsdichte des Strahls und damit auch die Belastung der optischen Beschichtung geringer ist.

Als alternative Komponenten zu dem Etalon können alle Einrichtungen dienen, die den gleichen Effekt hervorrufen, nämlich die Divergenz der Strahlung zu reduzieren. Dies kann insbesondere auch ein echtes Raumfilter sein. Ein solches Raumfilter besteht aus zwei Linsen, deren Foki zusammenfallen. Im gemeinsamen Fokus befindet sich eine Blende mit sehr kleinem Durchmesser (sogenanntes "pin hole"), die nur die gut fokussierte Strahlung passieren läßt. Da der Fokusbereich einer Linse proportional zur Divergenz der einfallenden Strahlung ist, werden so die Anteile hoher Divergenz abgeschnitten.

Alternativ zum vorstehend beschriebenen Gitter können auch andere winkeldispersive Komponenten dienen, z. B. Dispersionsprismen und ein hoch reflektierender Spiegel, die anstelle des Gitters in den Fig. 1 und 2 eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Laserresonator mit einem Auskoppelspiegel (12), einem winkeldispersiven Element (14) und einer Einrichtung (P₁, P₂, P₃, 28) zum Aufweiten des auf das winkeldispersive Element (14) treffenden Laserstrahls gekennzeichnet durch ein Raumfilter (30) im Strahlengang zwischen der Aufweitungseinrichtung (P₁, P₂, P₃, 28) und dem Auskoppelspiegel (12) oder zwischen Elementen der Aufweitungseinrichtung (P₁, P₂, P₃, 28).
2. Laserresonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Raumfilter (30) ein Etalon ist, das eine Bandbreite hat, die zumindest zweimal größer ist als die des Resonators (10) mit winkeldispersivem Element (14) und Aufweitungseinrichtung (P₁, P₂, P₃, 28), aber ohne das Etalon.
3. Laserresonator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bandbreite des Etalons dreibis sechsmal größer ist als die Bandbreite des Resonators (10) mit winkeldispersivem Element (14) und Aufweitungseinrichtung (P₁, P₂, P₃, 28), aber ohne das Etalon.
4. Laserresonator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das winkeldispersive Element (14) ein als Gitter ausgebildeter Rückspiegel ist.
5. Laserresonator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das winkeldispersive Element (14) Dispersionsprismen und einen

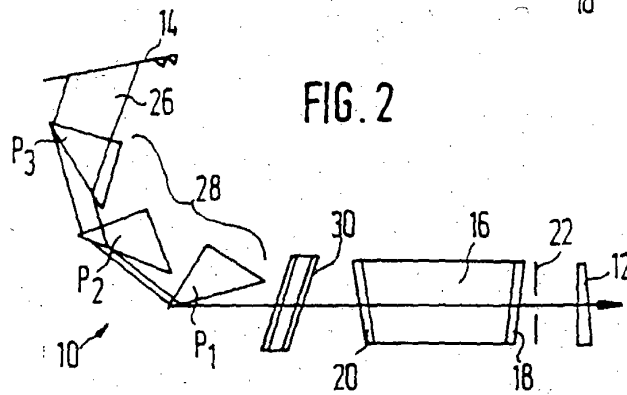
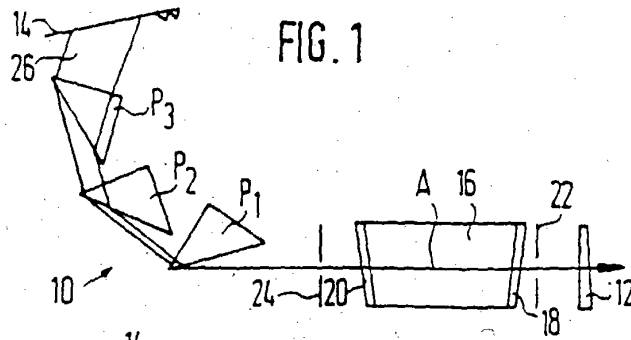
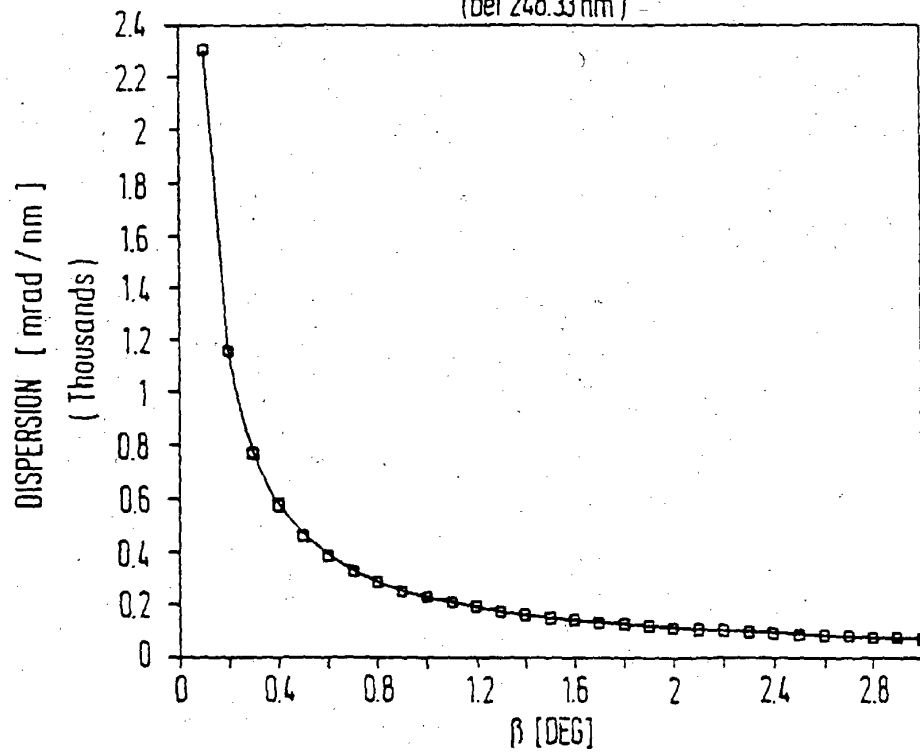


FIG. 3 F. P. ETALON - WINKELDISPERSION
(bei 248.33 nm)



Excimer laser resonator with high spectral purity output beam - has filter between beam widening device and exit mirror**Patent Assignee:** LAMBDA PHYSIK GMBH**Inventors:** BASTING D; KAHLERT H J; LOKAI P**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 4029687	A	19920402	DE 4029687	A	19900919	199215	B

Priority Applications (Number Kind Date): DE 4029687 A (19900919)**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 4029687	A		6		

Abstract:

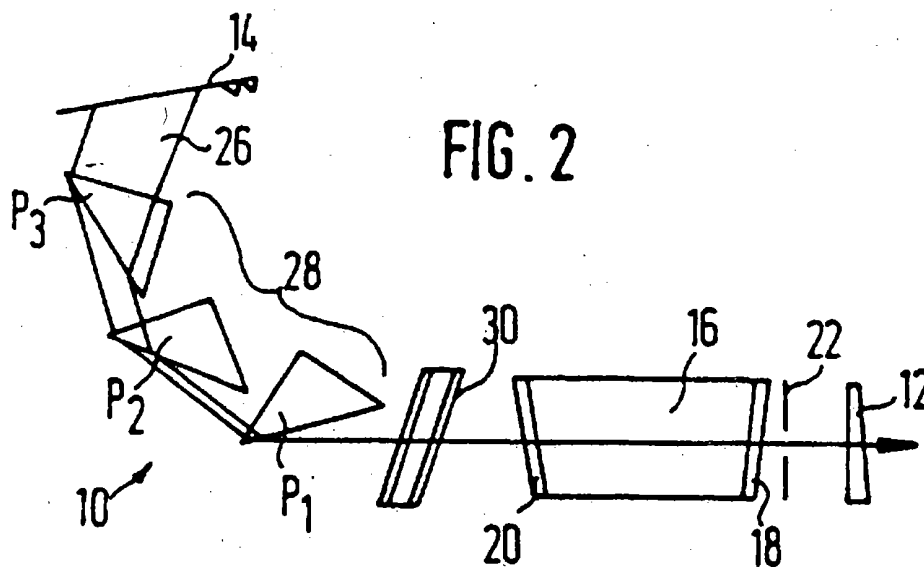
DE 4029687 A

The laser resonator has an exit mirror (12), an angular dispersion element (14) and a device (28) for widening the laser beam incident on the latter. A filter (30) lies in the path of the beam between the beam widening device (28) and the exit mirror (12), or between the individual elements (P1, P2, P3) of the beam widening elements (28).

Pref. the filter (30) is an etalon which exhibits a bandwidth which is at least double the that of the resonator (10) with the beam widening device (28), but without the filter (30).

USE - E.g. in photolithography or micro-material processing.

Dwg. 2/4



Derwent World Patents Index
 © 2003 Derwent Information Ltd. All rights reserved.
 Dialog® File Number 351 Accession Number 8987984

